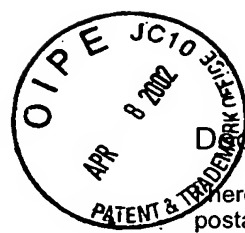


#5

0 6/5/02



Docket No.: WMP-EUP-008

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.

By:  Date: April 2, 2002

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Gottfried Ferber et al.  
Appl. No. : 10/056,770  
Filed : January 24, 2002  
Title : Semiconductor Module and Method for Fabricating the  
Semiconductor Module

CLAIM FOR PRIORITY

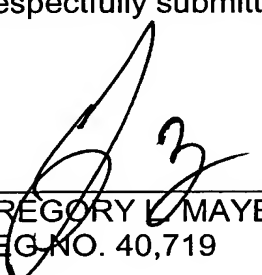
Hon. Commissioner of Patents and Trademarks,  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 101 03 084.3 filed January 24, 2001.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

  
\_\_\_\_\_  
GREGORY L. MAYBACK  
REG. NO. 40,719

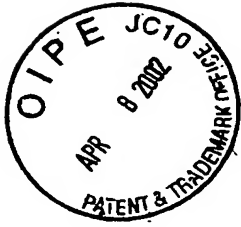
Date: April 2, 2002

Lerner and Greenberg, P.A.  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100  
Fax: (954) 925-1101

/mjb



# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 03 084.3

**Anmeldetag:** 24. Januar 2001

**Anmelder/Inhaber:** Eupec GmbH & Co KG,  
Warstein/DE

**Bezeichnung:** Halbleitermodul und Verfahren zu seiner Herstellung

**IPC:** H 01 L 23/488

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. Januar 2002  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Niet...



## Beschreibung

## Halbleitermodul und Verfahren zu seiner Herstellung

5 In elektrischen und elektronischen Geräten werden die entsprechenden Elektronikschaltungen üblicherweise modular aufgebaut, d.h. aus einzelnen Halbleiterbauelementen oder Gruppen von Halbleiterbauelementen, die jeweils auf einen gemeinsamen Träger angeordnet sind und die zur vereinfachten Montage des Gerätes vorgefertigt werden können. Module können im  
10 Schadensfall auch leichter ausgetauscht werden als einzelne Bauelemente bzw. ganze Schaltungen.

Beim Bau und Entwurf solcher Halbleitermodule wird eine stabile zuverlässige und kostengünstige Gestaltung angestrebt.  
15 Außerdem ist eine möglichst kleine Baugröße der Module erwünscht. Dabei ist insbesondere auch die mechanische Stabilität sowie die Möglichkeit der Abfuhr der anfallenden Verlustwärme zu berücksichtigen.

20 Typischerweise werden als Trägerkörper für derartige Halbleitermodule Isolationskeramiken verwendet, die auf wenigstens ihrer dem Halbleiterbauelementen zugewandten Oberseite eine Metallschicht aufweisen, die beispielsweise in Form von Leiterbahnen ausgestaltet sein kann.  
25

Ein Problem ist dabei die möglichst dauerhafte, stabile und gut leitende Verbindung der Anschlüsse mit der Metallschicht des Trägerkörpers.

30

Die Erfindung bezieht sich auf ein Halbleitermodul mit wenigstens einem Halbleiterbauelement, das unmittelbar auf einem Trägerkörper angeordnet ist, welcher eine Isolationskeramik und eine auf deren dem Halbleiterbauelement zugewandten  
35 Oberseite angeordnete, mit der Isolationskeramik fest verbundene Metallschicht aufweist.



Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei derartigen Halbleitermodulen eine feste und dauerhaft gut elektrisch leitende Verbindung zu der Metallschicht des Trägerkörpers zu schaffen.

5

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass wenigstens ein Anschlussleiter mit der Metallschicht mittels Schweißen, insbesondere Mikrolaserschweißen verbunden ist.

10 Zur Verbindung von Anschlussleitern mit einer Metallschicht eines Trägerkörpers auf der Basis einer Isolationskeramik ist bislang bekannt, die Anschlussleiter mit der Metallschicht zu verlöten oder die Anschlussleiter als Bonddrähte auszubilden, die mittels einer Bondtechnik mit der Metallschicht verbunden  
15 werden.

Bei Anwendung der Löttechnik ergibt sich eine mechanisch feste Verbindung, welche die etwa in der Lötverbindung anfallende Verlustwärme gut zu dem Trägerkörper ableitet. Jedoch ist  
20 die Lötverbindung anfällig bei mechanischen und thermischen Wechselbelastungen und kann sich mit der Zeit lösen.

Eine Bondverbindung ist wesentlich flexibler und wechsellastbeständiger als eine Lötverbindung, jedoch kann sie zur Abfuhr von Verlustleistungswärme von Halbleiterbauelementen  
25 kaum etwas beitragen.

Eine Schweißverbindung an dieser Stelle hat einerseits den Vorteil, sehr fest und wechsellastbeständig zu sein, andererseits auch wegen der Art der Verbindung des Anschlussleiters mit der Metallschicht einen guten Wärmeübergang zu gewährleisten. Fertigungstechnisch ist vorteilhaft, dass bei der Verbindung des Anschlussleiters mit der Metallschicht kein  
30 zusätzliches Material, beispielsweise in Form von Lot, eingebracht werden muss.  
35

Die Anwendung der Schweißtechnik bei der Herstellung von



elektrisch leitenden Verbindungen ist grundsätzlich bekannt, jedoch nicht die Anwendung innerhalb eines Halbleitermoduls auf einem Trägerkörper, sondern lediglich in größerem Maßstab auf Platinen.

5

Wegen der geringen Baugröße der Halbleitermodule ist dabei eine sehr präzise Schweißtechnik notwendig, wie sie beispielsweise durch das Mikrolaserschweißen gegeben ist. Der Mikrolaserschweißvorgang ist dabei für die Herstellung von  
10 erfindungsgemäßen Halbleitermodulen voll automatisierbar.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Isolationskeramik des Trägerkörpers aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  besteht.

15 Diese Keramik ist besonders kostengünstig und zeigt ein günstiges Isolationsverhalten sowie eine geringe thermische Ausdehnung, so dass die bei Temperaturschwankungen auftretenden mechanischen Belastungen an den Fügestellen gering gehalten werden. Dies trägt ebenfalls zur Stabilität der Schweißver-  
20 bindungen bei.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Metallschicht aus Kupfer besteht. Dies ermöglicht einen guten Wärmeübergang von den Anschlussleitern zu  
25 dem Trägerkörper und erlaubt das Herstellen einer dauerhaften Schweißverbindung.

Besonders vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang, dass der  
Trägerkörper als DCB-Substrat ausgebildet ist.

30

Ein DCB (Direct Copper Bonded) -Substrat entsteht dadurch, dass eine mit einer dünnen Oxidschicht versehenen Kupferfolie in Kontakt mit einer  $\text{Al}_2\text{O}_3$  Keramik gebracht und soweit erhitzt wird, dass sich an der Grenzschicht zwischen Kupfer und Kera-  
35 mik eine eutektische schmelzflüssige Phase ausbildet, wodurch nach Abkühlen des Verbundkörpers eine innige Verbindung zwischen der Kupferschicht und der Keramik hergestellt ist.



Durch diese feste Verbindung wird bewirkt, dass der Verbundkörper insgesamt einen thermischen Expansionskoeffizienten aufweist, der im wesentlichen gleich dem der Keramik ist.

5

Es ergibt sich daher insgesamt eine geringe thermische Expansion bei Temperaturänderungen. Somit werden bei Einsatz eines DCB-Substrats die Fügstellen zwischen der Metallschicht und den Anschlussleitern besonders gering mechanisch belastet.

10

Es kann jedoch auch vorteilhaft vorgesehen sein, dass die Isolationskeramik aus AlN oder BeO besteht.

15

Die Erfindung bezieht sich außerdem auf ein Verfahren zur Herstellung eines Halbleitermoduls gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 mit wenigstens einem Halbleiterbauelement, das unmittelbar auf einem Trägerkörper angeordnet ist, welcher eine Isolationskeramik und eine auf deren dem Halbleiterbauelement zugewandten Oberseite angeordnete, mit der Isolationskeramik fest verbundene Metallschicht aufweist.

20

Zur Lösung der Aufgabe, auf möglichst einfache Weise eine zuverlässige und dauerhafte Verbindung zwischen den Anschlussleitern und der Metallschicht zu schaffen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass wenigsten ein Anschlussleiter mit der Metallschicht mittels Schweißen, insbesondere Mikrolaserschweißen verbunden wird.

25

Dieses Verfahren ist einfach und schnell durchführbar und voll automatisierbar. Dabei muss im Rahmen des Fügevorgangs kein weiteres Material eingebracht werden. Die Qualität der Fügstelle lässt sich leicht kontrollieren und steuern.

30

Es kann vorteilhafterweise vorgesehen sein, dass der Anschlussleiter mit der Metallschicht mittels aufeinanderfolgender Punktschweißungen verbunden wird.

35



Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels in einer Zeichnung gezeigt und nachfolgend beschrieben.

5 Dabei zeigt

Figur 1: schematisch im Querschnitt einen Teil eines Halbleitermoduls,

10 Figur 2: eine Schweißverbindung eines Anschlussleiters mit einer Metallschicht in zwei Ansichten,

Figur 3: eine Schweißverbindung in einer anderen Ausführungsform in zwei Ansichten.

15

Figur 1 zeigt im Grundsatz den Aufbau eines Halbleitermoduls mit einem Halbleiterbauelement 1, das unmittelbar auf einem Trägerkörper 2 angeordnet ist. Der Trägerkörper 2 ist als DCB (Direct Copper Bonded)-Körper ausgebildet und besteht aus einer Isolationskeramik 3 aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , die auf beiden Seiten jeweils eine Kupferschicht 4, 5 trägt, die mit der Isolationskeramik fest verbunden ist.

25

Das Halbleiterbauelement 1 kann direkt auf die Metallschicht 4 aufgeklebt oder aufgelötet sein. Der Anschlussleiter 7 ist gemäß der Erfindung in den Bereichen 8, 9 mit der Metallschicht 4 mittels eines Mikrolasers verschweißt.

30

Der DCB-Körper ist durch die feste Verbindung der Metallschichten 4, 5 mit der Isolationskeramik 3 mechanisch derart stabil und mit einem derart geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten versehen, dass der Anschlussleiter 7 mit der Metallschicht 4 durch Schweißen dauerhaft und wechsellastbeständig verbunden werden können.

35

Figur 2 zeigt genauer die Art der Befestigung und Kontaktierung eines Anschlussleiters durch Mikrolaserschweißen.



Dort ist schematisch die Isolationskeramik 3 sowie die Kupferschicht 4 im Querschnitt dargestellt sowie das Ende eines Anschlussleiters 7, der an seinem dem Trägerkörper zugewandten Ende derart abgebogen ist, dass sein Ende 10 parallel zu der Oberfläche der Kupferschicht 4 verläuft.

An der zwischen dem Ende 10 des Anschlussleiters 7 und der Kupferschicht 4 entstehenden Fügekannte wird mittels mehrerer aufeinanderfolgender Punktschweißungen eine Punktschweißnaht 11 auf der einen Seite des Anschlussleiters und eine weitere Punktschweißnaht 12 auf der gegenüberliegenden Seite des Anschlussleiters 7 gebildet, wodurch der Anschlussleiter mit der Kupferschicht 4 mechanisch fest sowie elektrisch zuverlässig verbunden ist und wobei auch eine gute thermische Ankopplung gewährleistet ist.

Die Punktschweißnaht ist mittels eines Mikrolasers hergestellt, was durch verschiedene, jeweils symbolisch durch Sterne angedeutete Positionen des Mikrolasers und des Laserstrahls angedeutet ist.

In Figur 3 ist eine Variante der Erfindung dargestellt, bei der nur aus einer einzigen Richtung bezüglich des Anschlussleiters mittels eines Lasers geschweißt wird. Der Laser kann somit während des automatischen Schweißvorgangs grundsätzlich an einer einzigen Stelle verbleiben bzw. das Werkstück in Form des Halbleitermoduls muss nicht auf eine andere Seite des Lasers bewegt werden oder umgekehrt. Die Richtung, in der der Laser 14 angeordnet ist, ist in der Figur 3 schematisch angedeutet. Es muß zur Herstellung einer mehrteiligen zuverlässigen Schweißverbindung lediglich der Einstrahlwinkel des Lasers 14 in engen Grenzen verändert werden.

In diesem Zusammenhang ist es vorteilhaft, wenn ein insbesondere rechtwinklig abgebogener Fuß 15 des Anschlussleiters 13 einen oder mehrere Schlitze 16, 17 aufweist, an denen Füge-



kanten zwischen dem Fuß 15 und der Kupferschicht 18 des Substrats entstehen, die mittels Punktschweißnähten verschweißt werden können. Hierdurch wird eine genügend lange Schweißnaht erzeugt, um eine mechanisch, thermisch und elektrisch sehr  
5 gute Verbindung zwischen dem Fuß 15 des Anschlussleiters 13 und der Kupferschicht 18 zu schaffen.

Die Anwendung der beschriebenen Schweißtechnik ist besonders vorteilhaft bei DCB-Substraten anzuwenden, jedoch ist dies  
10 auch bei AlN-Substraten bzw. bei BeO-Substraten jeweils mit Kupferbeschichtung oder einer ähnlichen Metallbeschichtung (z. B. Aluminium) denkbar.

Schließlich kann es auch von Vorteil sein, die Anschlussleiter  
15 7, 13 und die Metallschicht 4, 18 des Trägerkörpers mit metallischen oder nichtmetallischen Überzügen zu beschichten wie beispielsweise Nickel, Silber, Zinn, Oxyde und ähnlichem.



## Patentansprüche

1. Halbleitermodul mit wenigstens einem Halbleiterbauelement (1), das unmittelbar auf einem Trägerkörper (2) angeordnet ist, welcher eine Isolationskeramik (3) und eine auf deren dem Halbleiterbauelement (1) zugewandten Oberseite angeordnete, mit der Isolationskeramik (3) fest verbundene Metallschicht (4, 18) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Anschlussleiter (7, 13) eines Halbleiterbauelements (1) mit der Metallschicht (4, 18) mittels Schweißen verbunden ist.
2. Halbleitermodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Isolationskeramik (3) des Trägerkörpers (2) aus Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> besteht.
3. Halbleitermodul nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Metallschicht (4, 18) aus Kupfer und/oder Aluminium besteht.
4. Halbleitermodul nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Trägerkörper (2) als DCB-Substrat und/oder AMB-Substrat ausgebildet ist.
5. Halbleitermodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Isolationskeramik aus AlN besteht.
6. Halbleitermodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Isolationskeramik aus BeO besteht.
7. Halbleitermodul nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anschlussleiter (7, 13) Cu, Al, CuSn und/oder CuZn aufweisen.
8. Halbleitermodul nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Metallschicht (4, 18) beschichtet ist.



9. Halbleitermodul nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anschlussleiter (13) einen Fuß (15) aufweist, der rechtwinklig gebogen ist.

5

10. Halbleitermodul nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fuß (15) mit einem oder mehreren Schlitzten (16, 17) versehen ist.

10 11. Halbleitermodul nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Breite des/der Schlitz(e)s (16, 17) in etwa gleich der Dicke des Fußes (15) ist.

15 12. Verfahren zur Herstellung eines Halbleitermoduls gemäß einem der vorangehenden Ansprüche mit wenigstens einem Halbleiterbauelement (1), das unmittelbar auf einem Trägerkörper (2) angeordnet ist, welcher eine Isolationskeramik (3) und eine auf deren den Halbleiterbauelementen (1) zugewandten Oberseite angeordnete, mit der Isolationskeramik fest verbundene Metallschicht (4, 18) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**,  
20 dass wenigstens ein Anschlussleiter (7, 13) mit der Metallschicht (4, 18) mittels Schweißen verbunden wird.

25 13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anschlussleiter (7, 13) mit der Metallschicht (4, 18) mittels aufeinanderfolgender Punktschweißungen verbunden wird.



## Zusammenfassung

### Halbleitermodul und Verfahren zur seiner Herstellung

- 5 Bei einem Halbleitermodul mit wenigsten einem Halbleiterbau-  
element (1), das unmittelbar auf einen Trägerkörper (3, 4, 5)  
angeordnet ist, welcher eine mit einer Metallschicht (4) ver-  
sehene Isolationskeramik (3) aufweist, ist wenigsten ein An-  
schlussleiter (6, 7) mit der Metallschicht (4) mittels  
10 Schweißen, insbesondere Mikrolaserschweißen, verbunden.

Figur 1



FIG 1

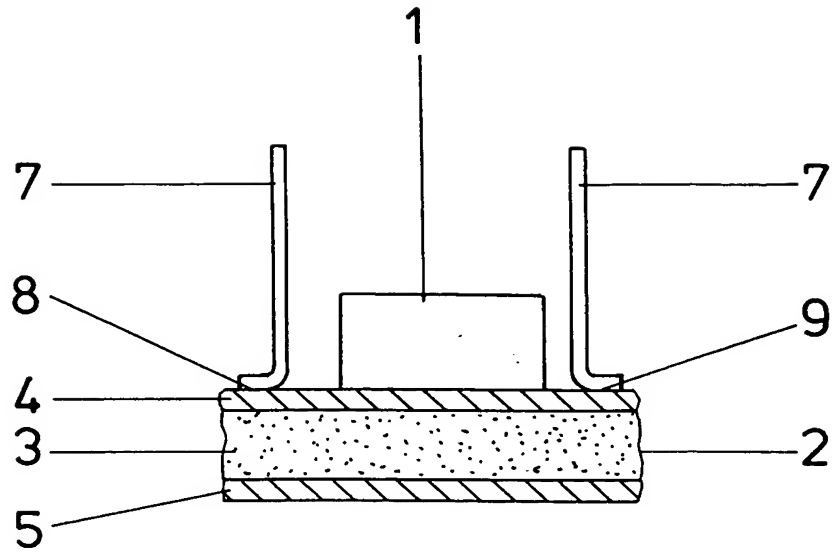


FIG 2

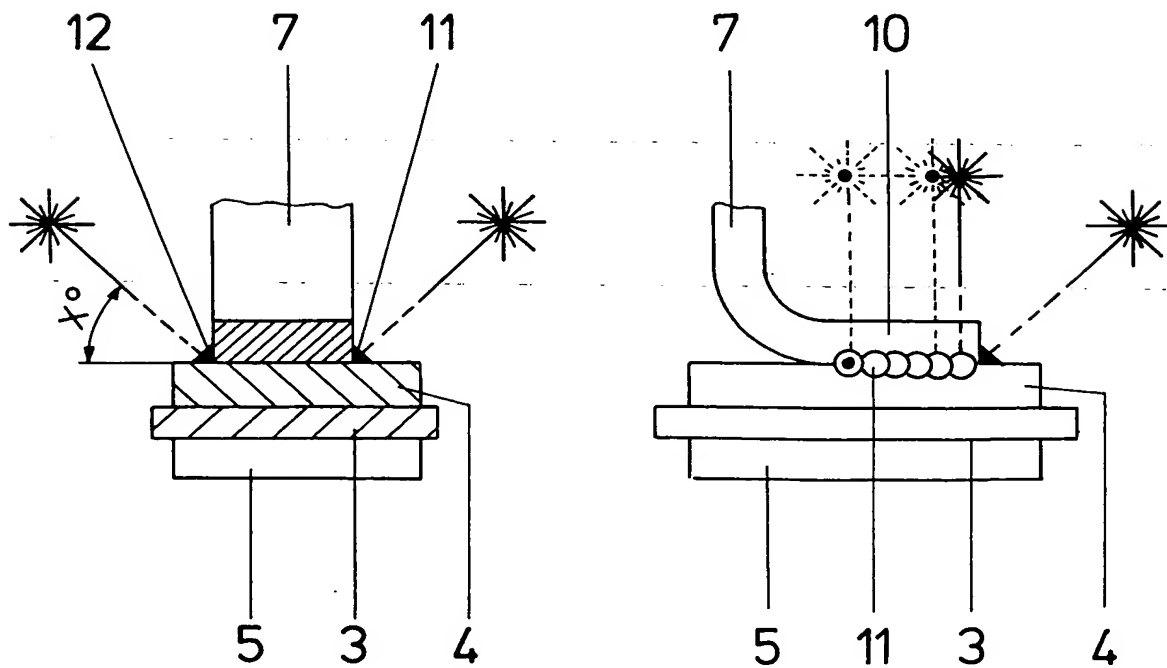
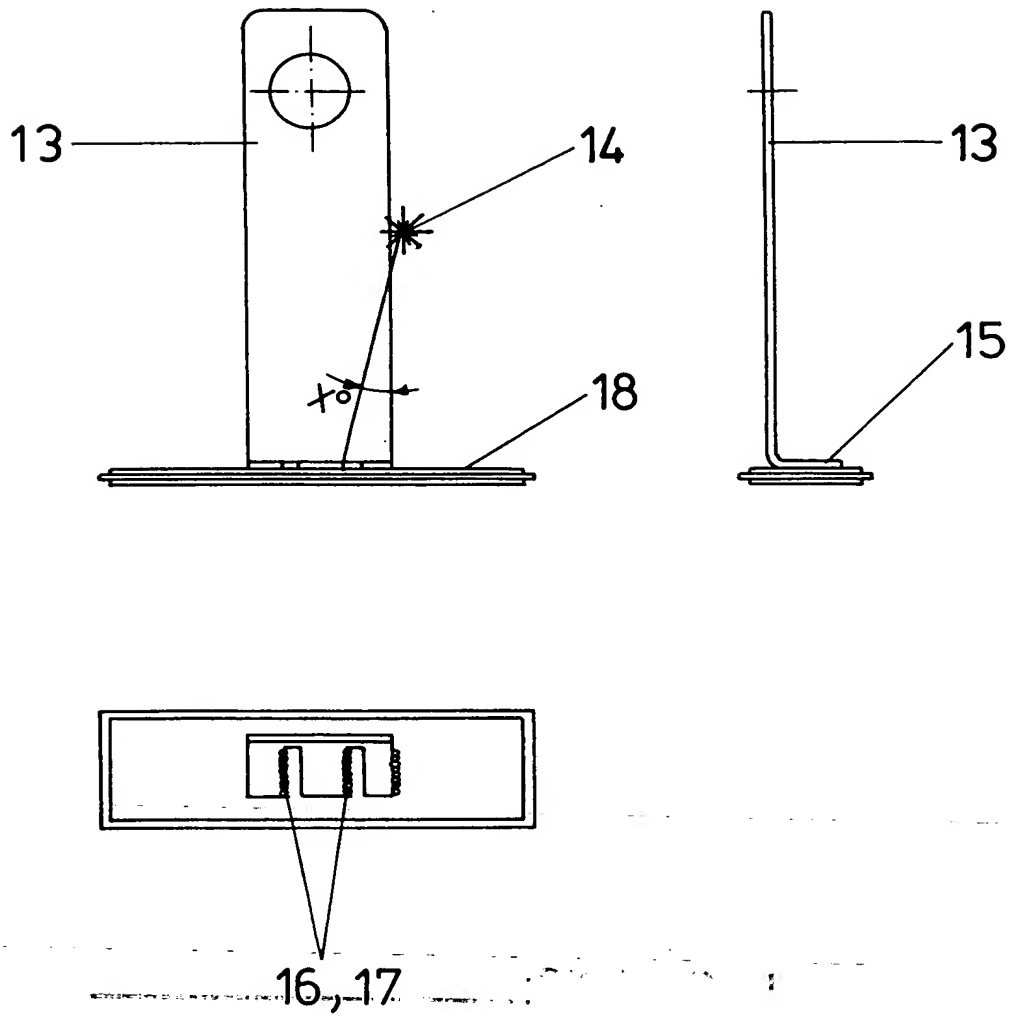




FIG 3



bottom (16) 17